

# Timepiece provided with driving means formed by a piezo-electric motor

**Patent number:** DE69310643T  
**Publication date:** 1997-12-18  
**Inventor:** LUTHIER ROLAND (CH)  
**Applicant:** ASULAB SA (CH)  
**Classification:**  
 - international: G04C3/12  
 - european: G04C3/12  
**Application number:** DE19936010643T 19930901  
**Priority number(s):** CH19920002845 19920909

Also published as:



EP0587031 (A1)  
 US5357489 (A1)  
 JP6194463 (A)  
 CH685660 (A3)  
 EP0587031 (B1)

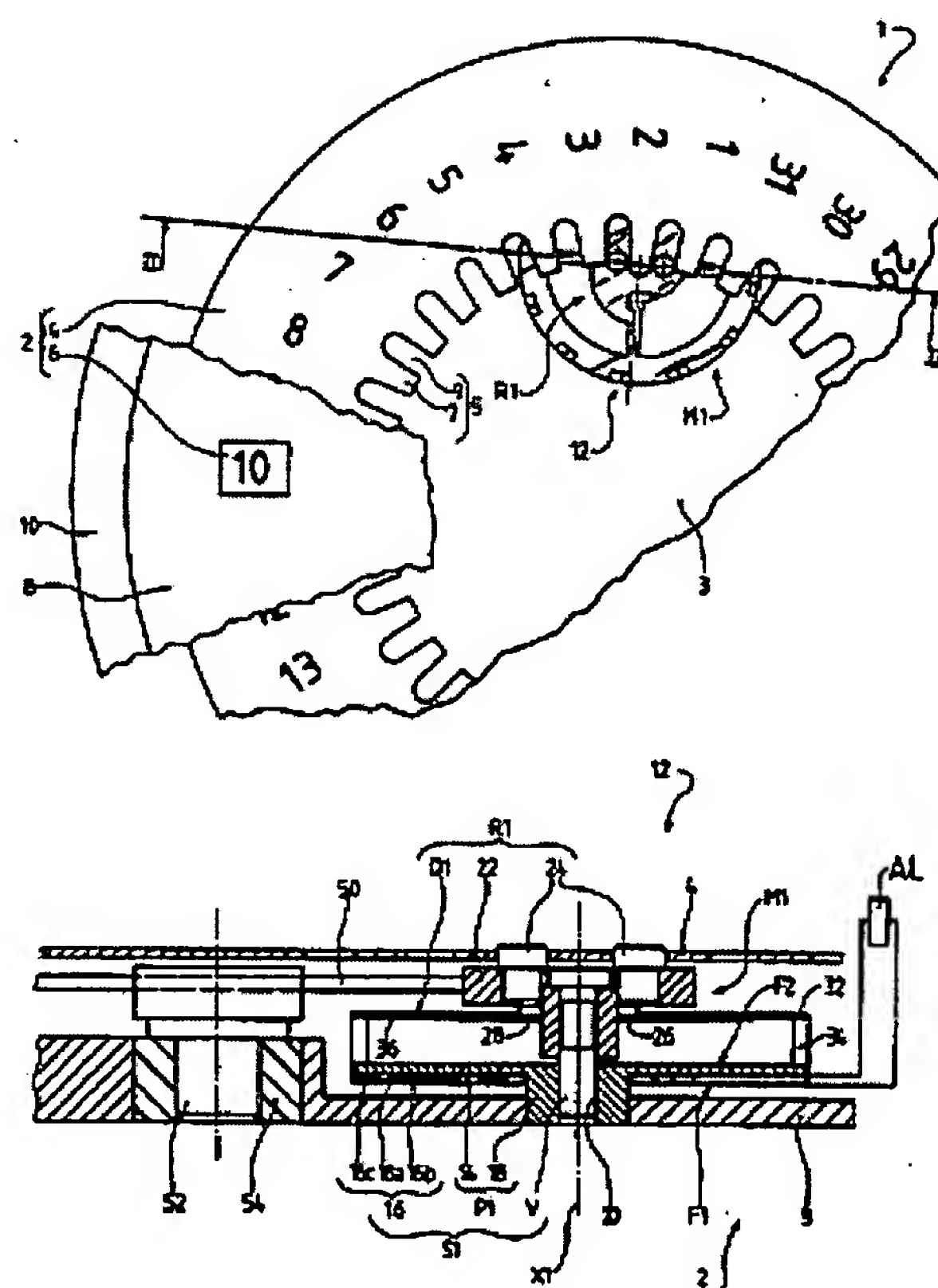
BEST AVAILABLE COPY

Report a data error here

Abstract not available for DE69310643T

Abstract of corresponding document: **US5357489**

A timepiece comprising a display (2) such as a data display and a driving motor (M1, M2) for driving the display is characterized in that the driving motor comprises a piezo-electric motor directly engaging the display.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Übersetzung der  
europäischen Patentschrift**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 04 C 3/12**

⑥⑦ **EP 0 587 031 B1**

⑩ **DE 693 10 643 T 2**

②① Deutsches Aktenzeichen: 693 10 643.3  
⑥⑥ Europäisches Aktenzeichen: 93 113 954.7  
⑥⑧ Europäischer Anmeldetag: 1. 9. 93  
⑥⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: 16. 3. 94  
⑥⑦ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 14. 5. 97  
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 18. 12. 97

**DE 693 10 643 T 2**

③① Unionspriorität:

2845/92 09.09.92 CH

⑦③ Patentinhaber:

Asulab S.A., Biel/Bienne, CH

⑦④ Vertreter:

Sparing . Röhl . Henseler, 40237 Düsseldorf

⑥④ Benannte Vertragstaaten:

DE, FR, GB, IT

⑦② Erfinder:

Luthier, Roland, CH-1025 St-Sulpice, CH

⑤④ Uhr mit aus einem piezoelektrischen Motor bestehenden Antriebsmittel

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

**DE 693 10 643 T 2**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Zeitmessgerät mit von einem piezoelektrischen Motor gebildeten Antriebsmitteln.

Genauer gesagt, betrifft diese Erfindung ein Zeitmessgerät, das eine durch einen piezoelektrischen Motor angetriebene Datumsanzeige umfasst.

In den herkömmlichen Zeitmessgeräten wird die Datumsanzeige durch eine im allgemeinen innen gezahnte Scheibe ausgeführt, die sich gegenüber einem Fenster verschiebt, und die über eine Periode von vierundzwanzig Stunden von einem Untersetzungsgetriebe angetrieben wird, welches seinerseits über das Zeigerwerk durch einen elektromagnetischen Bipolarmagnetmotor vom Typus eines Schrittmotors gesteuert wird.

Diese Antriebsart benötigt also die Anordnung eines besonderen Räderwerks, das mit dem Zeigerwerk in Eingriff steht. Dieses Räderwerk umfasst im allgemeinen mindestens ein spezifisches Antriebsrad, das einerseits mit einer herkömmlichen Aussenverzahnung versehen ist, die ein Motordrehmoment vom Zeigerwerk empfängt, und das andererseits mit einem elastischen Arm versehen ist, der in die Datumscheibe eingreift.

Dieser Arm ist so ausgebildet, dass er fähig ist, die schnellen Vorwärts- oder Rückwärtsverschiebungen der Datumscheibe zu absorbieren, wenn der Benutzer über die Zeigerstellungskrone eine Schnellkorrektur ausführt.

Darüber hinaus benötigt diese Einrichtung zusätzlich zu diesen ersten Antriebsmitteln, die die "normale" Verschiebung der Datumscheibe ermöglichen, eine Anordnung weiterer Antriebsmittel, die von einem besonderen Korrekturmechanismus gebildet sind, der beispielsweise einen mit einem Zwischenrad

zusammenwirkenden Kupplungstrieb umfasst, welcher fähig ist, die obenerwähnte Schnellkorrektur mit Hilfe der Krone auszuführen.

Diese Einrichtung ist also komplex, sperrig und kostspielig.

Darüber hinaus ist sie relativ zerbrechlich, da gewisse Manipulationen, wie zum Beispiel die Schnellkorrektur und die Korrektur durch das Zeigerwerk um Mitternacht herum, den die Datumscheibe steuernden elastischen Arm des Antriebsrades abnormal beanspruchen und ihn beschädigen.

Im übrigen, da sie permanent durch das Zeigerwerk rotativ angetrieben wird, erzeugt das Räderwerk der ersten Antriebsmittel eine erhebliche Widerstandsbelastung für das Zeigerwerk, während die Datumscheibe bei normalem Antrieb nur alle vierundzwanzig Stunden verschoben werden muss.

Schliesslich soll noch präzisiert werden, dass diese Datumscheibe nach jeder Verschiebung in Bezug auf das Fenster wieder perfekt positioniert sein muss, so dass diese Scheibe im allgemeinen mit einer Sperrfeder zusammenwirkt, die das Widerstandsdrehmoment bedeutsam erhöht.

Andererseits beschreibt das Dokument FR-A-2 059 743 ein Uhrwerk, in dem die vibrierende Bewegung einer der Arme einer Zeitnormalen mit piezoelektrischer Steuerung durch einen Sperrkegel und ein Hakenrad in eine Drehbewegung umgewandelt wird, die dann ermöglicht, Zeiger über verschiedene Räderwerke zu drehen. Das Dokument gibt keine Lösung für die Probleme, welche durch den Antrieb einer Anzeigescheibe, insbesondere einer Datumscheibe, gestellt werden, und dasselbe trifft für das Dokument JP-A-63 096 591 zu, das ein Zeitmessgerät beschreibt, in dem Zeiger indirekt durch einen piezoelektrischen Motor angetrieben werden.

Somit hat die vorliegende Erfindung zum Ziel, eine

Lösung für diese Probleme vorzuschlagen, indem sie ein Zeitmessgerät liefert, das eine ringförmige Scheibe, wie zum Beispiel eine Datumscheibe, umfasst, die durch Antriebsmittel gesteuert wird, welche ermöglichen, die globale Konzeption dieses Gerätes zu vereinfachen, indem sie die Anzahl seiner Bestandteile, seine Abmessungen und die ausgeübte Belastung vermindern.

Zu diesem Zweck ist ein Zeitmessgerät Gegenstand der vorliegenden Erfindung, welches umfasst:

- Anzeigemittel, gebildet von mindestens einem Ring oder einer ringförmigen Scheibe mit einer Innenverzahnung, und
- Antriebsmittel, die dazu bestimmt sind, die ringförmige Scheibe zu steuern,

dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmittel einen piezoelektrischen Motor umfassen, der mit einem Rotor versehen ist, auf dem Eingriffsmittel ausgebildet sind, die direkt mit der Innenverzahnung der ringförmigen Scheibe kämmen.

Es soll auch präzisiert werden, dass die Eingriffsmittel selbstblockierend sind und das Halten der ringförmigen Scheibe in fester Position sicherstellen, wenn der piezoelektrische Motor im Ruhezustand ist.

Im übrigen umfassen die Eingriffsmittel zwei Stifte, die sich axial erstrecken und mit der Innenverzahnung der ringförmigen Scheibe, welche die Anzeigemittel bildet, zusammenwirken.

Gemäss einem weiteren Merkmal der Erfindung ist die Innenverzahnung in der ringförmigen Scheibe von langgestreckten Ausnehmungen mit parallelen Flanken gebildet.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung, welche unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gemacht wird, die bloss beispielshalber aufgeführt sind, und in denen:

- Figur 1 eine schematische Draufsicht eines Zeitmessgerätes gemäss der Erfindung ist, die im wesentlichen eine mit Antriebsmitteln gemäss der Erfindung gekoppelte Datumscheibe darstellt,
- Figur 2 eine Schnittansicht gemäss der Linie II-II der Figur 1 ist,
- Figur 3 eine Draufsicht der ohne die Datumscheibe dargestellten Antriebsmittel der Figur 2 ist,
- Figur 4 eine Ansicht gemäss dem Pfeil IV der Figur 5 ist, welche einzig und allein einen Korpus und Übertragungslamellen eines Rotors darstellt, der die in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Antriebsmittel gemäss der Erfindung ausstattet,
- Figur 5 eine Ansicht gemäss dem Pfeil V der Figur 4 ist, wobei sie von der Seite und in einer Ruheposition die Korpus-Lamellen-Einheit der Figur 4 darstellt,
- Figur 6 eine Schnittansicht ist, die Antriebsmittel gemäss einer zweiten Ausführungsform der Erfindung darstellt,
- Figur 7 eine Seitenansicht einzig des Rotors und eines Stators der Antriebsmittel, insbesondere der Figur 2, ist, die jedoch in einem anderen Massstab zum besseren Verständnis der Zeichnungen dargestellt ist,
- Figur 8 eine halbe Schnittansicht des Stators der Figuren 1 bis 3, und 6 und 7 ist, der mit Vollstrich in seiner Ruheposition und strichpunktiert in seinen zwei äussersten Deformationspositionen, wenn dieser Stator gemäss einer ersten Schwingungsmode der Antriebsmittel gemäss der Erfindung in Vibration erregt wird, dargestellt ist,
- die Figuren 9 und 10 Diagramme sind, die die Amplitudenvariationskurven der Deformation des Stators in seiner ersten Schwingungsmode jeweils in Abhängigkeit vom Radius des Stators, bzw. von einer Winkelposition auf demselben darstellen,
- Figur 11 eine der Figur 8 ähnliche halbe Schnittansicht ist, die jedoch eine zweite Schwingungsmode der Antriebsmittel gemäss der Erfindung darstellt, und



- die Figuren 12 und 13 jeweils den Figuren 9 bzw. 10 ähnliche Ansichten sind, die jedoch Amplitudenvariationskurven des Stators darstellen, wenn er gemäss der Schwingungsmode der Figur 11 in Vibration versetzt wird.

Unter Bezugnahme auf Figur 1 wird nachfolgend ein Zeitmessgerät gemäss der Erfindung beschrieben, das insgesamt mit Bezugszeichen 1 bezeichnet ist.

Das Zeitmessgerät 1, das auf dieser Figur sehr schematisch dargestellt ist, umfasst Anzeigemittel, die hier von einer Datumsanzeige 2 gebildet werden. Das Gerät 1 kann weitere herkömmliche Anzeigemittel (nicht dargestellt) umfassen, wie zum Beispiel eine Stunden- und Minutenanzeige, eine Sekundenanzeige und eine Tagesanzeige, die möglicherweise ohne Einschränkung noch weiteren Anzeigemitteln der Zeit oder einer Information zugeordnet sein können.

Die Anzeigemittel 2 werden auf klassische Art und Weise von einer innen gezahnten ringförmigen Scheibe 2, der sogenannten Datumscheibe, gebildet, die durch klassische Mittel (nicht dargestellt) geführt wird und derart gestaltet ist, dass sie sich gegenüber einem Fenster 6 verschiebt, das in einem Zifferblatt 8 ausgespart ist, welches beispielsweise mit einem Gehäuse 10 verbunden ist (wobei diese beiden Elemente hier teilweise in abgerissener Ansicht dargestellt sind).

Die Datumsanzeigescheibe 4 umfasst eine Innenverzahnung 5, die von Zähnen 7 gebildet ist (wovon nur einer mit einem Bezugszeichen bezeichnet ist), zwischen denen durch langgestreckte Ausnehmungen 9 mit parallelen Flanken ein Zwischenraum gelassen wird.

Das Gerät 1 umfasst desweiteren Antriebsmittel 12, die direkt mit den Anzeigemitteln 2, und insbesondere mit der Innenverzahnung 5, zusammenwirken, und die sie steuern, um deren Rotationsverschiebung sicherzustellen.

Die im wesentlichen unter der Scheibe 4 angeordneten Antriebsmittel 12 umfassen einen piezoelektrischen Motor, der näher im einzelnen gemäss einer ersten Ausführungsform in den Figuren 2 bis 5 dargestellt ist.

Dieser Motor, der insgesamt mit dem Bezugszeichen M1 bezeichnet ist, ist auf einem Support (Figur 2) aufgehangen, der in diesem Beispiel aus einer Fussfläche 3 besteht, welche von einer teilweise dargestellten Platine des Zeitmessgerätes 1 gebildet wird.

Der Motor M1 umfasst einen Rotor R1, der rotativ um eine geometrische Achse X1 auf einem Stator S1 montiert ist, welcher seinerseits starr durch Kraftaufwendung (Einpressen) oder durch Leimung im Support montiert ist. Dieser Stator S1, der also in die Fussfläche 3 eingefügt ist, bildet eine Tragstruktur, welche die axiale Abstützung und die Drehführung des Rotors R1 sicherstellt.

Diese Tragstruktur wird im wesentlichen von einer ringförmigen, aufgehängenen Platte P1 gebildet, welche starr in der Fussfläche 3 gehalten wird.

Auf einer gegenüber der Fussfläche 3 angeordneten Fläche F1 des Stators S1 sind piezoelektrische Mittel 16 montiert, die einerseits aus einem piezoelektrischen Element 16a, wie zum Beispiel einer Keramik, besteht, die gemäss ihrer Dicke gleichförmig polarisiert ist, und andererseits aus zwei Elektroden 16b und 16c, die auf klassische Art und Weise einer hier schematisch dargestellten Elektrizitätsversorgung AL angeschlossen sind.

Die piezoelektrischen Mittel 16 bilden einen Wandler, der als Antwort auf eine über die Elektroden 16b und 16c durch die Versorgung AL gelieferte elektrische Erregung eine Schwingungsbewegung übernehmen kann. Dem Fachmann sind diese Piezoelektrizitätsphänomene, sowie die Konstruktion und die Anordnung solcher piezoelektrischen Wandler in Motoren von



dieser Bauart bestens bekannt und werden folglich hier nicht näher beschrieben.

Die Platte P1 ist einerseits von einer dünnen, elastisch deformierbaren Scheibe 14 gebildet, unter welcher insbesondere durch Leimung piezoelektrischen Mittel 16 befestigt sind. Zur Erläuterung sei erwähnt, dass die Scheibe 14 eine geringe gleichförmige Dicke in der Grössenordnung von 0,1 mm ( $0,1 \cdot 10^{-3}$ ) aufweist.

Die Platte P1 umfasst andererseits ein zylindrisches Rohr 18, welches über die Scheibe 14 vorspringt und einstückig mit dieser ausgebildet ist. Das Rohr 18 ist also starr durch Montieren unter Kraftaufwendung oder durch Leimung in eine Öffnung (ohne Bezugszeichen) der Fussfläche 3 eingetrieben.

Das Rohr 18 umfasst eine zentrale, eine Mündung bildende Öffnung 20, in welcher ein glatter Zapfen mit Kopf V eingepresst ist, der den Rotor R1 axial zurückhält und seine Drehführung um die Achse X1 dank zwei auf diesem Zapfen angebrachten coaxialen Auflageflächen (ohne Bezugszeichen) sicherstellt.

Zu diesem Zweck umfasst der Rotor R1, der elastisch mit axialer Abstützung auf einer der Fläche F1 gegenüberliegenden Fläche F2 der Scheibe 14 ruht, eine gestufte röhrenförmige Nabe 22 mit starrer Struktur, die drehbeweglich um die Achse X1 direkt auf dem Zapfen V montiert ist.

Die Nabe 22 umfasst mechanische Eingriffsmittel, die von zwei Stiften 24 gebildet sind, welche in die Nabe 22 eingepresst sind und axial beiderseits des Zapfens V über sie herausragen. Die beiden Stifte 24 sind auf einer radialen Achse X2 der Nabe 22 plaziert, welche durch die Längsachse X1 läuft.

Die Nabe 22 umfasst desweitem unter derselben (gemäss der Orientierung des Motors M1 in seiner in der Figur 2

dargestellten Position) eine geschulterte Auflagefläche 26, mit welcher der Korpus des Rotors R1, insbesondere durch Einpressen, starr verbunden ist.

Vorteilhafterweise besteht der Korpus des Rotors R1 gemäss der Erfindung im wesentlichen aus einer biegsamen durchbrochenen Scheibe D1.

Wie man dies genauer auf Figur 4 erkennt, umfasst die Scheibe D1 eine ringförmige Zentralpartie 28, die eine zentrale Öffnung 30 umfasst, die dazu bestimmt ist, sich mit der Auflagefläche 26 zu verbinden.

Die Scheibe D1 umfasst desweiteren einen peripheren Ring 32, auf welchem Bewegungsübertragungsmittel angebracht sind, die dazu ausgebildet sind, dem Rotor R1 die Schwingungsbewegung des Stators S1 zu übermitteln und den Rotor R1 rotativ um seine Achse X1 in einer mittleren Verschiebungsebene P<sub>dm</sub> (Figur 7), die senkrecht zu dieser Achse ist, zu verschieben.

Diese Übertragungsmittel werden von elastisch deformierbaren Organen gebildet, welche aus Flexionslamellen 34 bestehen, die hochkant auf der Scheibe D1 angebracht sind.

In diesem Ausführungsbeispiel sind die Flexionslamellen 34 in der Peripherie der Scheibe D1 durch einen Kaltdeformationsarbeitgang, und insbesondere durch Tiefziehen des peripheren Rings 32, ausgebildet.

Desweiteren umfasst die Scheibe D1 Flexionsarme 36 (hier zum Beispiel vier, wovon nur einer mit einem Bezugszeichen markiert ist), die elastisch die Zentralpartie 28 und den peripheren Ring 32 verbinden. Die Übertragungsmittel, die von Flexionslamellen 34 gebildet sind, welche sich vom peripheren Ring 32 in Richtung des Stators S1 erstrecken, sowie die Flexionsarme 36, die Zentralpartie 28 und der Ring 32 sind einstückig ausgebildet und bilden ein monolithisches

Rotorstück. Es soll präzisiert werden, dass der periphere Ring 32, die Flexionsarme 36 und die Zentralpartie 28 dieselbe Dicke aufweisen und im Ruhezustand (Figuren 4 und 5) in derselben Ebene (ohne Bezugszeichen) angeordnet sind.

Es ist also verständlich, dass der Korpus des Rotors R1 von einer Struktur gebildet ist, die mindestens in Richtung des Stators S1 elastisch deformierbar ist, und die mindestens teilweise elastische Abstützmittel des Rotors R1 auf dem Stator S1 bildet. Diese Mittel werden teilweise auch von der Nabe 22 gebildet, die die Scheibe D1 axial und achsensymmetrisch (bezüglich der Achse X1) in Richtung des Stators drückt, wobei sie durch den Kopf (ohne Bezugszeichen) des eingefügten Zapfens V zurückgehalten wird.

Es versteht sich, dass in anderen Worten der Korpus des Rotors R1 im wesentlichen von der elastisch deformierbaren Scheibe D1 gebildet wird, die auf integrierte Art und Weise die Übertragungsmittel 34 und die elastischen Abstützmittel (ohne Bezugszeichen) bildet.

Man erkennt auf Figur 2, in zusammengesetztem Zustand und funktionsbereit, dass die Nabe 22 unter Einwirkung des Zapfens V permanent den Korpus des Rotors R1 deformiert, der vorgespannt ist und eine Schale bildet. Dieses Unterspannungsetzen lässt axiale Stütz- und Widerlagerkräfte auf der Fläche F2 des Stators S1 und am freien Ende der Lamellen 34 entstehen.

Desweiteren soll präzisiert werden, dass beide Elektroden 16b und 16c der piezoelektrischen Mittel 16 im frontalen Aufriss eine volle und ganze Struktur aufweisen, d. h. eine Struktur, die nicht zerlegt und durch polarisierte Segmente strukturiert ist, wie dies in den herkömmlichen Strukturen der Fall ist.

Die den Stator S1 bildende Scheibe 14 ist vorzugsweise aus einem metallischen Material hergestellt, wie zum Beispiel

aus Messing, aus einer nichtrostenden Stahllegierung oder aus Aluminium, das gegebenenfalls mit einer dünnen Schicht eines harten Materials, insbesondere mit Chrom oder Titannitrid, überzogen ist. Die Elektroden 16b und 16c sind vorzugsweise aus Nickel oder Silber hergestellt.

Indem nun auf Figur 7 Bezug genommen wird, werden genauer einige Angaben über die Struktur des Rotors R1 und des Stators S1 gemacht.

Die Flexionslamellen 34 (hier sind bloss drei davon dargestellt) ragen über den Rotor R1, und insbesondere über die Scheibe D1 heraus, und zwar in Richtung der Vorderseite F2 des Stators S1 gemäss einem Neigungswinkel  $\beta$ , der eine zur Rotationsachse X1 parallele Gerade zum Ursprung hat; wobei dieser Winkel  $\beta$  zwischen 10 und 30° liegt.

Desweiteren ragt jede Flexionslamelle 34, die eine ebene Form vom Typus eines Parallelepipeds aufweist, über den Rotor R1 über eine freie Länge  $L_{cs}$  heraus, die vorzugsweise unter den Werten, welche sich zwischen 0,1 und 0,5 mm (0,1 und  $0,5 \cdot 10^{-3}$  Meter) befinden, gewählt wird. Vorzugsweise weist jede Lamelle 34 eine Dicke  $ec$  zwischen 0,025 und 0,1 mm (0,025 und  $0,1 \cdot 10^{-3}$  Meter) und eine Breite  $lc$  zwischen 0,1 und 0,3 mm (0,1 und  $0,3 \cdot 10^{-3}$  Meter) auf. Man erkennt also, dass die Flexionslamellen 34, die durch die Zwischenlagerung zwischen dem Rotor R1 und dem Stator S1 eine mechanische Übergangsfläche zwischen diesen letzteren bilden, direkt auf der im wesentlichen ebenen Vorderseite F2 des Stators S1 enden und ruhen, wobei diese Fläche F2 glatt und frei von irgendwelchem vorspringenden Element oder irgendwelcher Ausstülpung ist.

Die Flexionslamellen 34, und somit die Scheibe D1, sind aus einem Material, wie zum Beispiel einer Legierung vom Beryllium-Kupfer-Typus oder vom nichtrostenden Stahl-Typus, hergestellt.

Indem nun auf die Figuren 8 bis 10 Bezug genommen wird, wird nachstehend als Beispiel eine erste Schwingungsmode des Stators gemäss der Erfindung beschrieben.

Wie dies klar die halbe Schnittansicht des in Figur 8 dargestellten Stators S1 zeigt, weist der Stator S1 beiderseits seiner mit dem Bezugszeichen A bezeichneten Ruheposition eine Verbiegungsdeformation auf. Diese Deformation ist sehr übertrieben jeweils durch die hohe äusserste Position B bzw. durch die tiefe äusserste Position C dargestellt. In Wirklichkeit überschreitet diese Deformation in der Peripherie des Stators (Durchbiegung) keine grössere Auslenkungsamplitude als  $5 \mu\text{m}$  ( $5 \cdot 10^{-6}$  Meter). Diese Deformation verleiht dem Stator S1 ferner eine Schalenform. Diese schalenförmige Deformation ist auf Biegespannungen zurückzuführen, welche im Stator S1 dank der piezoelektrischen Mittel 16 erzeugt werden. Diese Biegespannungen sind auf die heterogene Zweielementstruktur zurückzuführen, welche durch die starre Zusammenfügung der piezoelektrischen Mittel 16 auf dem Stator S1 gebildet wird.

Es soll hier präzisiert werden, dass man zum Erhalten der gewünschten Deformation des Stators S1 eine besondere Keramik verwendet, die dazu geeignet ist, sich radial zu deformieren, wenn eine spezifische elektrische Erregung über die Elektroden an sie angelegt wird. Genauer wurde eine Keramik mit einer hohen piezoelektrischen Konstanten  $d_{31}$  gewählt, wobei diese Konstante diejenige Deformation darstellt, die in Bezug auf das erzeugte Feld erhalten wird.

Diese Schwingungsbewegung ist vom achsensymmetrischen Typus und liefert dem Stator eine Deformation von demselben Typus. Dies wird durch die Kurven C1 und C2 der Figur 9 bekräftigt, wo man erkennt, dass die Amplitudenvariation Amp der Deformation des Stators S1 in Abhängigkeit von seinem Radius Rb dasselbe Vorzeichen aufweist, d.h. zunehmend vom Zentrum zur Peripherie des Stators S1.



Man erkennt, dass die Kurven C1 und C2 keinen Wendepunkt und auch keinen Durchgang durch einen Amplitudenwert Null aufweisen. Diese Schwingungsmoden lässt also keinen Knotenkreis auf dem Stator S1 erscheinen. Dieses Merkmal wird durch die Kurven C3 bis Cn (Figur 10) bestätigt, wovon alle Amplitudenwerte aufweisen, die von 0 (Null) verschieden sind. Diese Kurven C3 bis Cn stellen die Deformationsamplitudenvariationen des Stators in Abhängigkeit von der Winkelposition auf demselben für verschiedene vorgegebene Radiuswerte dar, wobei diese Variationen als eine der Kurve C1 der Figur 9 entsprechende positive Amplitudenvariation angenommen werden. Desweiteren kann man beobachten, dass diese Kurven gerade und alle parallel zueinander sind, was darlegt, dass diese Schwingungsmoden keinen Knotendurchmesser induziert. Es liegt also eine Schwingung gemäss der internationalen Norm  $B_{nm}$  (wobei  $n$  der Anzahl Knotenkreise und  $m$  der Anzahl Knotendurchmesser entspricht) vom Typus  $B_{00}$  vor.

Es soll auch präzisiert werden, dass diese Schwingungsbewegung und diese achsensymmetrische Deformation auf der Rotationsachse X1 zentriert sind. Man hat also einen gestuften ebenen Motor geliefert, d.h. einen Motor mit einem Stator und mit einem Rotor, die im wesentlichen eine ebene Form aufweisen und überlagert sind, welcher Motor dank der achsensymmetrischen Bewegung, die auf der Rotationsachse zentriert und gemäss derselben ausgerichtet ist, vom Typus einer Schwingungsbewegung ist, die im wesentlichen axial bezüglich der Achse X1 ist.

Dank diesen achsensymmetrischen Schwingungs- und Deformationsmoden von sehr geringer Amplitude führt jeder Punkt, zum Beispiel Pt1 bis Pt3 (Figur 7), des Stators S1 eine zur Rotationsachse X1 im wesentlichen parallele Verschiebung aus, und dies mit gleicher Amplitude auf einem einbeschriebenen Kreis des Rotors auf der Höhe eines gegebenen Radius (beispielsweise  $R_{b1}$  bis  $R_{bn}$ ) und phasengleich.



Da die Schwingungsmode des piezoelektrischen Motors gemäss der Erfindung achsensymmetrisch ist, sind die Geschwindigkeitsvektoren  $T$  (wovon nur drei,  $T_1$  bis  $T_3$ , auf der Figur 7 dargestellt sind) an jeder Stelle des Stators, und insbesondere im Kontaktbereich zwischen dem Stator und dem Rotor, im wesentlichen senkrecht zur Verschiebungsebene  $P_{dm}$  des Rotors  $R_1$ . Der Stator  $S_1$  weist also angesichts der äusserst geringen Schwingungsamplituden keine bedeutsame Geschwindigkeitskomponente in der Verschiebungsebene  $P_{dm}$  auf. Er weist also keinerlei Beschleunigung vom radialen, zentrifugalen oder zentripetalen Typus auf, die bedeutsam wäre. Es sollte auch festgehalten werden, dass dieser Stator keine tangentielle Beschleunigung aufweist, eine Beschleunigung, die im Gegensatz dazu in den Statoren der herkömmlichen piezoelektrischen Motoren, die eine Schwingungs-mode von Wanderwellen oder stehenden Wellen aufweisen, vorzufinden ist.

Figur 11 stellt die Deformation des Stators  $S_1$  dar, wenn er einer zweiten achsensymmetrischen Schwingungsmode gemäss der Erfindung ausgesetzt wird, wobei das Bezugszeichen  $D$  seine Ruheposition darstellt, während die Bezugszeichen  $E$  und  $F$  die Verhaltensweise des Stators bei Erregung in seinen äussersten Deformationspositionen darstellt. Diese Bewegung weist diesmal einen Knotenkreis auf, der insbesondere beim Radius  $R_{b3}$  liegt (Figuren 12 und 13). Man erkennt nämlich, dass die Kurven  $C_1$  und  $C_2$  der Figur 12 durch eine Amplitude mit Nullwert führen, die einen Schwingungsknoten im Stator kennzeichnet. Die Kurven  $C_3$  bis  $C_n$  der Figur 13 illustrieren das achsensymmetrische Merkmal der Schwingungsmode und der Deformation des Stators  $S_1$ , indem sie zeigen, dass bei einem gegebenen Radius  $R_{bx}$  des Stators jeder auf diesem letzteren einbeschriebene Kreis über einen Winkel von  $360^\circ$  eine konstante Amplitude (Durchbiegungswert) aufweist, wobei die Kurven  $C_3$  bis  $C_n$  der Figur 13 zueinander parallele Geraden sind. Diese Kurven  $C_3$  bis  $C_n$  stellen Amplitudenvariationen des Stators in Abhängigkeit von Winkelpositionen auf demselben dar, wobei

diese Variationen als eine der Kurve C2 der Figur 12 entsprechende Amplitudenvariation abgemessen werden. Diese Schwingungsmoden erzeugt keinerlei Knotendurchmesser auf dem Stator S1. Diese Schwingungsmoden ist also vom Typus B10.

Um diese achsensymmetrischen Schwingungsmoden vom Typus B00 und B10 zu erhalten, wurde mittels der Elektrizitätsversorgung AL ein Wechselstrom mit Frequenz F erzeugt, nachdem der Stator und die piezoelektrischen Mittel beispielshalber folgendermassen dimensioniert worden sind (unter Bezugnahme auf Figur 7):

Form B00 in mm ( $10^{-3}$ m)	Form B10 in mm ( $10^{-3}$ m)
<u>Hb</u> 0,2	0,2
<u>hb</u> 0,1	0,1
<u>Rb</u> 2,5	2,5
<u>ra</u> 1	1
<u>ha</u> 0,1	0,1
<u>la</u> 1,5	1,5
in KHz ( $10^3$ Hertz) <u>F</u> 14	in KHz ( $10^3$ Hertz) 94

wobei Hb die Gesamthöhe der aufgehängenen Partie des Stators (Scheibe 14 plus piezoelektrische Mittel 16), hb die Höhe der Scheibe 14, d.h. die Höhe des Stators ohne die piezoelektrischen Mittel 16, Rb der grosse Radius des Stators (in der Peripherie der Scheibe 14 abgemessen), ra der kleine Radius des die piezoelektrischen Mittel 16 bildenden Ringes, ha die Gesamthöhe der piezoelektrischen Mittel 16 (wobei die Dicke der Elektroden hier vernachlässigbar ist), la die Breite der piezoelektrischen Mittel 16 und F die Schwingungsfrequenz des Stators S1 ist. Die Scheibe 14 besteht in diesem Fall aus

einer nichtrostenden Stahllegierung, während das piezoelektrische Element 16a aus einer piezoelektrischen Keramik vom Typus PZT (mit Zirkonium legiertes Bleititan) besteht. Da hier zwei achsensymmetrische Schwingungsmoden beschrieben worden sind ( $B_{00}$  und  $B_{10}$ ), versteht es sich, dass die Schwingungsmoden des Motors gemäss der Erfindung auf eine Notierung vom Typus  $B_{x0}$  verallgemeinert werden können, wobei  $x$  zwischen 0 und einer Zahl  $n$  variieren kann.

Bei Betrieb werden die piezoelektrischen Mittel 16 durch die Elektrizitätsversorgung AL erregt, was sie in Schwingung versetzt. Die radiale Komponente der Vibration der piezoelektrischen Mittel 16 erzeugt durch das Prinzip des heterogenen Zweielementstruktur, welches dem Fachmann bekannt ist, eine Verbiegungsvibration der Scheibe 14.

Die Elektrizitätsversorgung AL gibt ein Wechselfrequenzsignal  $F$  ab, das der Resonanzfrequenz der gewünschten Mode  $B_{x0}$  entspricht.

Der gesamte Stator S1 wird somit in Resonanz in der Form  $B_{x0}$  erregt, die einer achsensymmetrischen Schwingungsbewegung, wie sie weiter oben beschrieben worden ist, entspricht.

Die Verbiegungsdeformation des Stators und somit die im wesentlichen zur Rotationsachse  $X_1$  parallele Verschiebung jedes auf die erhaltene Durchbiegung zurückzuführenden elementaren Punktes des Stators S1 werden in eine begleitende Rotationsverschiebung des Rotors R1 in der Verschiebungsebene  $P_{dm}$  umgewandelt, und dies dank den von den Flexionslamellen 34 gebildeten elastisch deformierbaren Organen. Bei Beanspruchung biegen sich diese Organe 34 und erzeugen im Rotor R1 Geschwindigkeitskomponenten, welche tangential an der Peripherie des Rotors und parallel zur Verschiebungsebene  $P_{dm}$  des Rotors R1 sind, in welchen sie sich befinden.

Die von den Flexionslamellen 34 gebildeten elastisch deformierbaren Organe bilden also Bewegungsumwandlungsmittel,

die zur Übertragung und zur gleichzeitigen Umwandlung der im wesentlichen linearen axialen (oder senkrechten) Bewegung des Stators in eine senkrechte rotative Bewegung des Rotors fähig sind.

Indem man erneut auf die Figuren 2 und 3 Bezug nimmt, beschreibt man nachstehend Indexiermittel (oder Winkelpositioniermittel), die derart ausgebildet sind, dass sie die Rotationsbewegung des Rotors R1 in mindestens einer bestimmten Winkelposition blockieren. Vorteilhafterweise ermöglichen die hier beschriebenen Mittel, den Motor M1 in zwei um  $180^\circ$  verschobenen Winkelpositionen zu blockieren.

Diese Indexiermittel umfassen eine elastische Kontaktlamelle 50, die in der Rotationsebene (ohne Bezugszeichen) der Nabe 22 angeordnet ist, und die derart ausgebildet ist, dass sie auf dem Aussenumfang dieser letzteren mindestens während einem Teil ihrer Rotation in seitlichen Kontakt gelangt.

Die elastische Kontaktlamelle 50 ist fest mit der Platine oder der Fussfläche 4 über einen Support 52 verbunden, der unter Zwischenlage einer aus einem elektrisch isolierenden Material hergestellten Hülse 54 in die Platine 4 eingetrieben ist.

Man erkennt insbesondere auf Figur 3, dass der Umfang der Nabe 22 ein Nockenprofil 56 mit zwei charakteristischen Bereichen 56a und 56b aufweist. Die Bereiche 56a und 56b weisen eine allgemein bogenförmige Kreisform auf, und die sie bildenden Kurven sind gegeneinander und jeweils in Bezug auf die Achse X1 versetzt.

Die zwei diskontinuierlichen Bereiche 56a und 56b schliessen sich jeweils in durchbrochener Art und Weise über zwei Stufen 58a bzw. 58b wieder zusammen. Am Ende der beiden Bereiche 56a und 56b sind also jeweils Schnäbel 60a bzw. 60b ausgebildet.

Bei Betrieb dreht sich der Rotor R1 in Übereinstimmung mit dem weiter oben beschriebenen Prinzip gemäss einem durch den Pfeil RO dargestellten Drehsinn, der dasselbe Vorzeichen wie der Drehsinn (nicht dargestellt) der Datumscheibe 4 aufweist. In diesem Beispiel drehen sich der Motor M1 und die Datumscheibe 4 im Uhrzeigersinn.

Indem man den Drehsinn RO als Referenz nimmt, erkennt man, dass die Schnäbel 60a und 60b in der hinteren Partie der Bereiche 56a und 56b vorgesehen sind.

Zwischen dem Schnabel 60a und dem Bereich 56a und zwischen dem Schnabel 60b und dem Bereich 56b sind jeweils langgestreckte Freiräume 62a bzw. 62b ausgespart, die gegen aussen offen sind, und die parallel zueinander und jeweils parallel zur radialen Achse X2 der Nabe 22 ausgerichtet sind, auf welcher die beiden Eingriffsstifte 24 ausgefluchtet sind.

Genauer gesagt erkennt man, dass beide Bereiche 56a, 56b ein variables Profil aufweisen, dessen Krümmungsradius R sich progressiv von R1 bis R2 verändert. Die vorderen Partien 57a, 57b der jeweiligen Bereiche 56a bzw. 56b sind in Bezug auf die Achse X1 auf einem Radius R1 angeordnet, der kleiner ist als der Radius R2 der entsprechenden Schnäbel 60a und 60b.

Im Ruhezustand und in den zwei diskreten Positionen des Rotors R1 (wovon nur eine einzige in Figur 3 dargestellt ist) befindet sich das freie Ende der elastischen Lamelle 50 in einem der Freiräume 62a, 62b und ist distanziert vom Aussenumfang der Nabe 22 angeordnet. Im Gegensatz dazu, wenn die Versorgung AL dem Stator S1 einen Versorgungsstrom liefert, gelangt die vordere Partie 57a oder 57b, welche gegenüber der Lamelle 50 angeordnet ist, in tangentialen Kontakt mit der Lamelle 50, die sich zuerst nur schwach biegt. Die Winkelverschiebung der Nabe 22 im Drehsinn RO vergrössert die auf die Lamelle 50 ausgeübte Beanspruchung, um schliesslich eine Maximalbeanspruchung auf der Höhe des Schnabels 60a oder 60b zu erreichen. Auf diese Art und Weise



vergrössert man progressiv die auf die Lamelle 50 ausgeübte Beanspruchung, und beim Start übt man eine relativ geringe Belastung auf den Motor aus.

Die elastische Kontaktlamelle 50 ist aus einem elektrisch leitenden Material hergestellt oder umfasst einen Belag oder eine Leiterbahn (nicht dargestellt) mit dieser Eigenschaft.

Das Zeitmessgerät gemäss der Erfindung umfasst eine elektronische Steuervorrichtung Dc, die einem Uhrenstromkreis Ch (hier schematisch dargestellt) angeschlossen ist. Die Vorrichtung Dc ist derart ausgebildet, dass sie die Rotation des Motors M1 über die Elektrizitätsversorgung AL steuern kann.

Der Stromkreis Ch umfasst klassische horometrische Mittel, die der Steuervorrichtung Dc eine Zeitinformation liefern, wie zum Beispiel der Übergang um Mitternacht zum folgenden Tag.

Die Lamelle 50 ist durch einen ersten Stromkreisweig 64 mit der elektronischen Steuervorrichtung Dc gekoppelt, die desweitem gemäss einer ersten Ausführungsform an einen zweiten Stromkreisweig 66 angeschlossen ist, der seinerseits beispielsweise mit der Platine 4 gekoppelt ist. Somit bilden in dieser Ausführungsform die beiden Stromkreisweige 64 und 66, die Lamelle 50, der Motor M1 und die Platine 4 einen elektrischen Positionserfassungsstromkreis 68. Es versteht sich, dass in dieser Ausführungsform die Lamelle 50 und die Nabe 22 innerhalb des Erfassungsstromkreises 68 einen elektromagnetischen Schalter bilden.

In einer ebenfalls in Figur 3 dargestellten zweiten Ausführungsform ist die Platine 4 mit einem leitenden Kontaktklötzchen 70 versehen, das beispielsweise in diese eingetrieben ist. Das in der Nähe von der Lamelle 50 angeordnete Kontaktklötzchen 70 ist über einen Stromkreisweig



72 (gestrichelt dargestellt) an die Steuervorrichtung Dc angeschlossen. In diesem Fall können die Nabe 22, die Baugruppe des Motors M1 und/oder die Platine 4, oder Teile davon, aus einem isolierenden Material, wie zum Beispiel Plastik, hergestellt sein.

Somit ist der Erfassungsstromkreis 68 in der in der Figur 3 dargestellten Ruheposition der Lamelle offen, eine Position, in welcher die Lamelle 50 in ihrer Elektrodenfunktion frei von irgendwelchem elektrischen Kontakt mit der entsprechenden Elektrode ist, die entweder durch den Rotor R1 selbst (Nabe 22) oder durch das Kontaktklötzchen 70 gebildet wird.

Bei normalem Betrieb und in dieser besonderen Anwendung liefert der Stromkreis Ch, insbesondere um Mitternacht herum, der Vorrichtung Dc eine Zeitinformation in Form eines numerischen Signals, dem sogenannten Datumsignal. Ein Steuersignal wird dann durch die Steuervorrichtung Dc der Versorgung AL geliefert, die die piezoelektrischen Mittel 16a elektrisch versorgt, um den Stator S1, wie weiter oben beschrieben, in Vibration zu versetzen und um den Rotor R1 rotativ anzutreiben. Diese Rotationsverschiebung des Rotors R1 im Drehsinn R0 ruft die darauffolgende Verschiebung der Datumscheibe 4 über die mit der Verzahnung 5 kämmenden Eingriffsstifte 24 hervor.

Wenn der Rotor R1 eine Rotation von ungefähr  $180^\circ$  ausgeführt hat, und wenn eine der Stufen 58a oder 58b unter der Lamelle 50 erscheint, fällt diese plötzlich in eine der entsprechenden Ausnehmungen oder Freiräume 62a, 62b, was in der ersten Ausführungsform ausreicht, um den elektrischen Erfassungsstromkreis 68 zu öffnen, da der elektrische Kontakt zwischen der Lamelle 50 und der Nabe 22 unterbrochen ist.

Diese Information wird durch die Steuervorrichtung Dc verarbeitet, welche augenblicklich die Versorgung des Motors unterbricht, indem sie auf die Versorgung AL einwirkt.

Die Betriebsart ist merklich identisch in der zweiten Ausführungsform, ausser dass der Erfassungsstromkreis 68, der, wenn die Lamelle 50 unter Einwirkung des Nockenprofils 56 der Nabe 22 mit dem Kontaktklötzchen 70 in seitlichen Kontakt gelangt, im Ruhezustand normalerweise geschlossen ist, wieder offen steht, wenn die Lamelle 50 diesen Kontakt aufhebt, und zwar in dem Augenblick, wenn sie in einen der Freiräume 58a oder 58b fällt.

Unter Bezugnahme auf Figur 6, in der die Elemente, die analog zu den zuvor beschriebenen sind, mit denselben Bezugszeichen wie in den vorangehenden Figuren bezeichnet werden, beschreibt man künftig eine zweite Ausführungsform des Motors gemäss der Erfindung, die insgesamt mit dem Bezugszeichen M2 bezeichnet ist.

Der Motor M2 umfasst einen Stator S2, der mit dem piezoelektrischen Element 16 und der ringförmigen Scheibe 14 versehen ist, welche zuvor beschrieben worden sind. Auf diesem Stator S2 ist ein Rotor R2 montiert, dessen mit dem Rotor R1 identischer Korpus eine durchbrochene biegsame Scheibe D2 mit gleicher Struktur wie die Scheibe D1 umfasst.

Der Rotor R2 unterscheidet sich darin, dass er eine gestufte Nabe 80 umfasst, die auf eine den Stator S2 durchsetzende Antriebswelle 82 durch ein Rohr 84 hindurch, das einstückig mit der Scheibe 14 der aufgehängenen Platte P2 ausgebildet ist, eingetrieben ist.

Die Nabe 80 dient nur dazu, die durchbrochene biegsame Scheibe D2 abzustützen, um sie, wie dies in Figur 6 dargestellt wird, unter elastischer Beanspruchung gegen die Platte P2 des Stators S2 gedrückt zu halten.

Die Antriebswelle 82 wird durch ein erstes Führungsmittel 86 montiert, welches von einem Drehzapfen (gleiches Bezugszeichen) gebildet ist, der drehbeweglich in einem Lager 88 montiert ist, das in diesem Beispiel von einem

Stein gebildet ist, der in einen zweiten Support 89 eingepresst ist, welcher von einer Platine oder von einer Brücke des Zeitmessgerätes 1 (hier teilweise dargestellt) gebildet ist.

Diese Welle 82 wird bei Rotation von einem zweiten Führungsmittel 90 abgestützt, welches aus einer zylindrischen Auflagefläche (gleiches Bezugszeichen) besteht, die auf der Welle 82 angebracht ist und drehbeweglich in einem Lager 92 montiert ist, das ebenfalls von einem Stein gebildet ist, der in eine im Rohr 84 vorgesehene Vertiefung (ohne Bezugszeichen) eingepresst ist. Es ist festzuhalten, dass das Rohr 84 selbst in eine Platine oder in eine Brücke 94 eingepresst ist, welche den Support des Stators S2 bildet.

Es soll desweiteren präzisiert werden, dass die Antriebswelle 82, die über eine Nabe 80 drehfest mit dem Korpus des Rotors R2 verbunden ist, um seine Führung um die Achse X1 sicherzustellen, zumindest drehbeweglich im Inneren des Supportes 94 montiert ist, welchen sie durchsetzt, um von diesem aussen herauszuragen und um mit den mechanischen Eingriffsstiften 24 zusammenzuwirken.

Der Stator S2 weist beispielshalber die gleichen Schwingungsmoden wie diejenigen auf, welche zuvor beschrieben worden sind, wobei die Motoren M1 und M2 beispielshalber die gleichen Abmessungen aufweisen.

Man versteht aus dem, was soeben beschrieben worden ist, dass dank dem permanent vorgespannten Zustand des Rotors des Motors M1, M2 selbstblockierende Antriebsmittel geliefert worden sind. Ferner wird die Scheibe im Ruhezustand des piezoelektrischen Motors gemäß der Erfindung dank der Anordnung der Stifte 24 blockiert gehalten.

PATENTANSPRÜCHE

1. Zeitmeßgerät der Bauart, welches umfaßt:

- Anzeigemittel (2), gebildet von einem Ring oder einer ringförmigen Scheibe (4) mit einer Innenverzahnung (5), und

- Antriebsmittel (M1, M2), die dazu bestimmt sind, den Ring oder die ringförmige Scheibe (4) zu steuern, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsmittel (M1, M2) einen piezoelektrischen Motor umfassen, der mit einem Rotor (R1, R2) versehen ist, auf dem Eingriffsmittel (24) ausgebildet sind, die direkt mit der Innenverzahnung (5) der ringförmigen Scheibe (4) der Anzeigemittel kämmen.

2. Zeitmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingriffsmittel (24) selbstblockierend sind und das Halten des Ringes oder der ringförmigen Scheibe (4) der Anzeigemittel (2) in fester Position sicherstellen, wenn der piezoelektrische Motor im Ruhezustand ist.

3. Zeitmeßgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingriffsmittel zwei Stifte (24) umfassen, die sich axial erstrecken und mit der Innenverzahnung (5) der ringförmigen Scheibe (4), welche die Anzeigemittel (2) bildet, zusammenwirken.

4. Zeitmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenverzahnung (5) in der ringförmigen Scheibe (4) von langgestreckten Ausnehmungen (9) mit parallelen Flanken gebildet ist.

5. Zeitmeßgerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (R1) eine Nabe (22) umfaßt, die axial zurückgehalten wird und für die Drehung von einem Zapfen (V) geführt wird, der in einen Stator (S1) des Motors eingefügt ist.

6. Zeitmeßgerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stifte (24) axial über die Nabe (22) herausragen.

7. Zeitmeßgerät nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Stifte (24) beiderseits des Zapfens (V) auf einer Radialachse (X2) der Nabe (22) angeordnet sind.

8. Zeitmeßgerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Nabe (22) sich unter der Anzeigescheibe (4) erstreckt.

9. Zeitmeßgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (R1, R2) eine biegsame durchbrochene Scheibe (D1, D2) umfaßt.

10. Zeitmeßgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibe (D1, D2), welche den Rotor bildet, Flexionsarme (36) umfaßt, welche elastisch eine Zentralpartie (28) des Rotors und einen peripheren Ring (32), der auf diesem ausgebildet ist, verbinden, auf welchem Bewegungsübertragungsmittel (34) angeordnet sind.

11. Zeitmeßgerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsmittel, die von Flexionslamellen (34) gebildet werden, die sich von dem peripheren Ring (32) in Richtung eines Stators des Motors erstrecken, einstückig mit den Flexionsarmen (36), mit der zentralen Partie (70) wie auch mit dem peripheren Ring (32) ausgebildet sind.

12. Zeitmeßgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor auf einem Support über eine ringförmige Platte (P1) eines Stators (51) aufgehängt ist.

13. Zeitmeßgerät nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte (P1) in den Support eingefügt ist.

14. Zeitmeßgerät nach Anspruch 5 und 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Zapfen (V) in die Platte (P1) eingetrieben ist, wobei der Stator (S1) eine Tragstruktur bildet, welche allein den Axialsupport und die Drehführung des Rotors (R1) bildet.

15. Zeitmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der piezoelektrische Motor Winkelindexiermittel umfaßt, die mit dem Rotor integriert sind und ausgebildet sind, um die Rotationsbewegung des Rotors in mindestens einer bestimmten Winkelposition zu blockieren.

16. Zeitmeßgerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Indexiermittel eine starre Nabe (22) umfassen, die ein Nockenprofil (56) aufweist, auf welchem eine elastische Kontaktlamelle (50) sich seitlich abstützend ausgebildet ist.

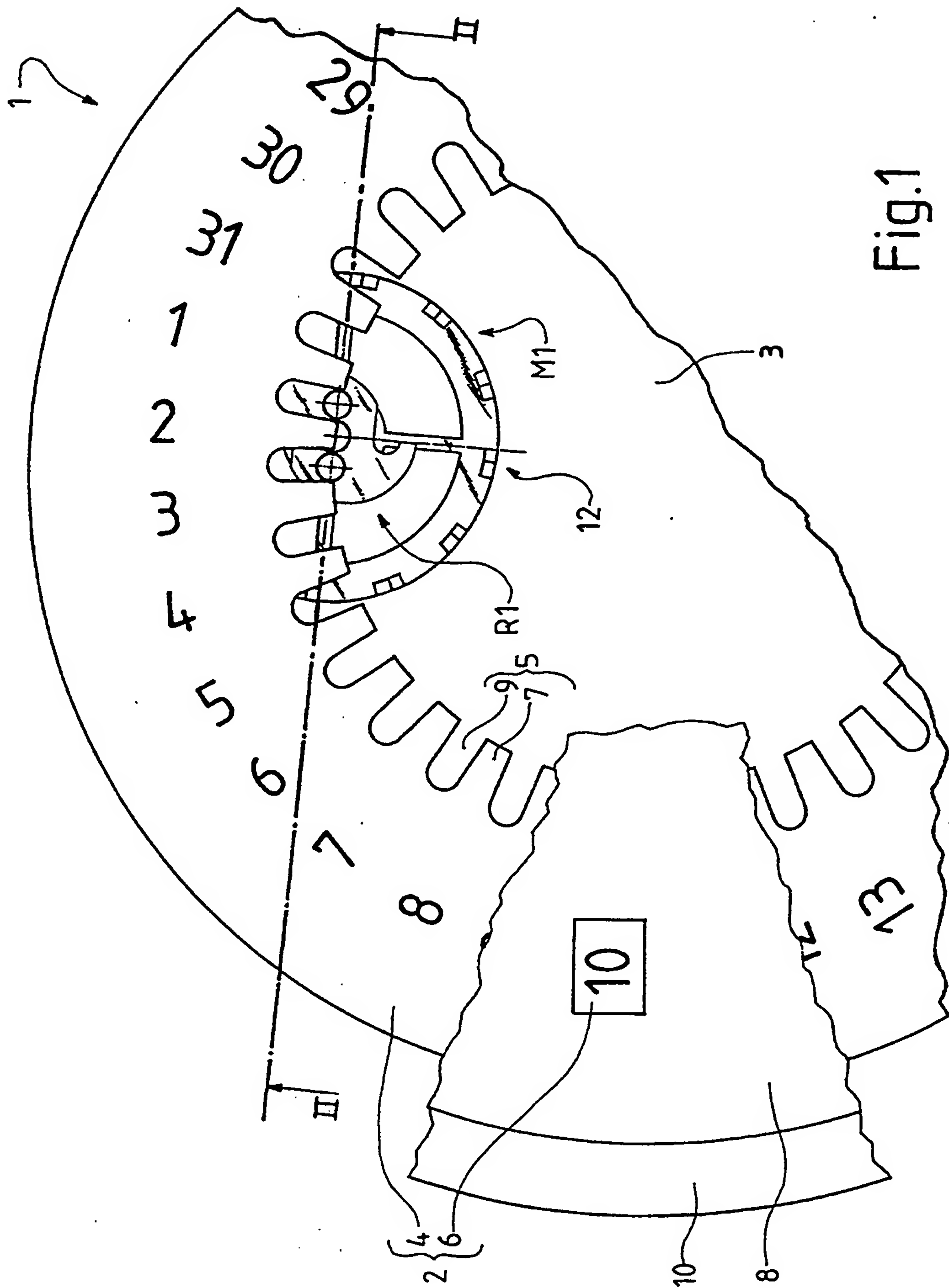
17. Zeitmeßgerät nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamelle (50) mit einem elektrischen Positionserfassungsschaltkreis (68) zusammenwirkt, welchen sie in der bestimmten Winkelposition des Rotors öffnet.

18. Zeitmeßgerät nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamelle (50) auf einem Support (52) montiert ist, der in eine Platine oder Brücke (4) unter Zwischenlage eines elektrischen Isolators (54) eingetrieben ist.

19. Piezoelektrischer Motor für ein Zeitmeßgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor eine Antriebswelle (82) umfaßt, die drehfest mit dem Korpus oder der Tragstruktur ist und die seine Führung



sicherstellt, welche Achse zumindest drehbeweglich im Inneren eines Supports montiert ist, welchen sie durchsetzt, um von diesem aussen herauszuragen und um mit den Eingriffsmitteln (24) zusammenzuwirken, welcher Support von einer Brücke oder einer Platine gebildet ist.



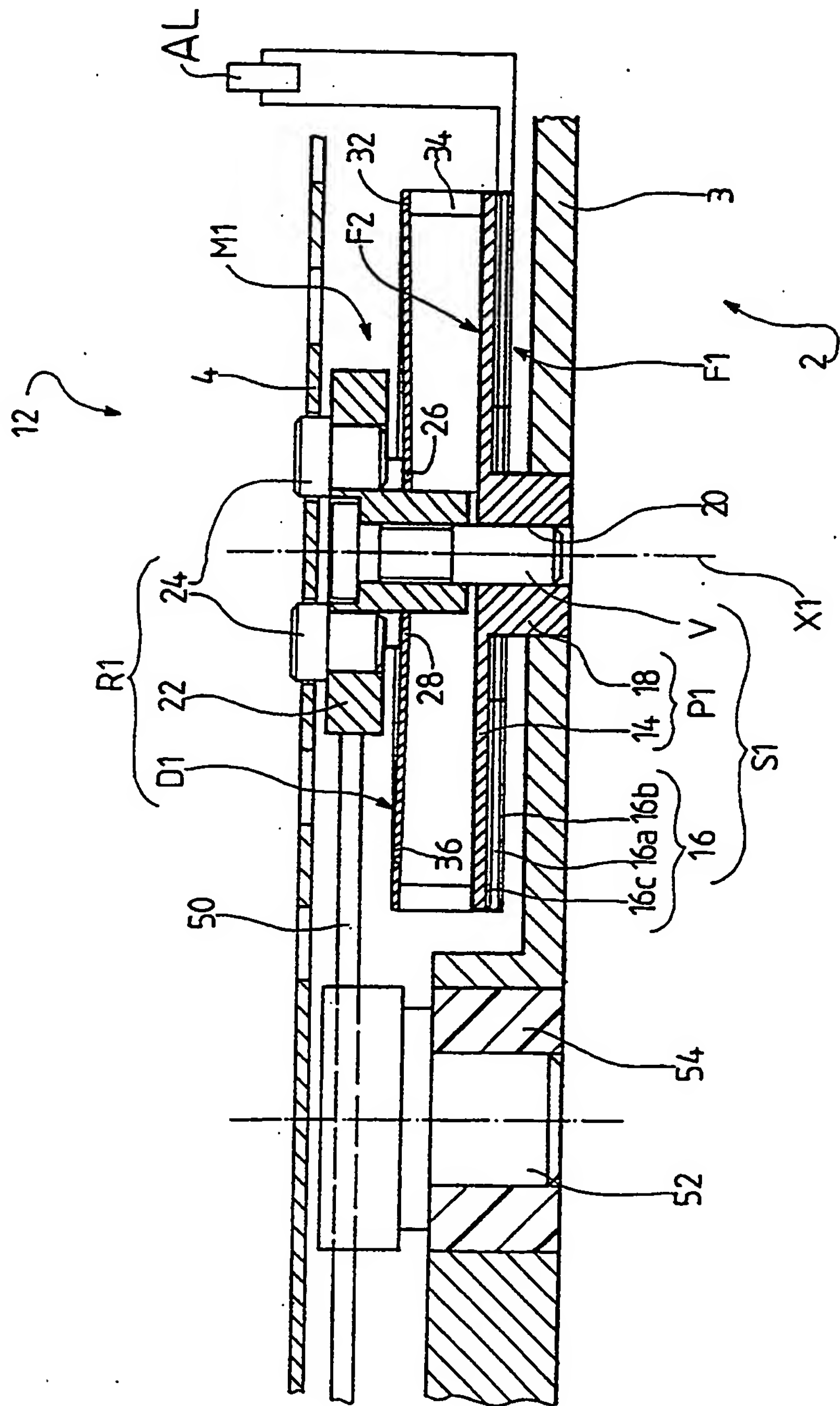


Fig. 2

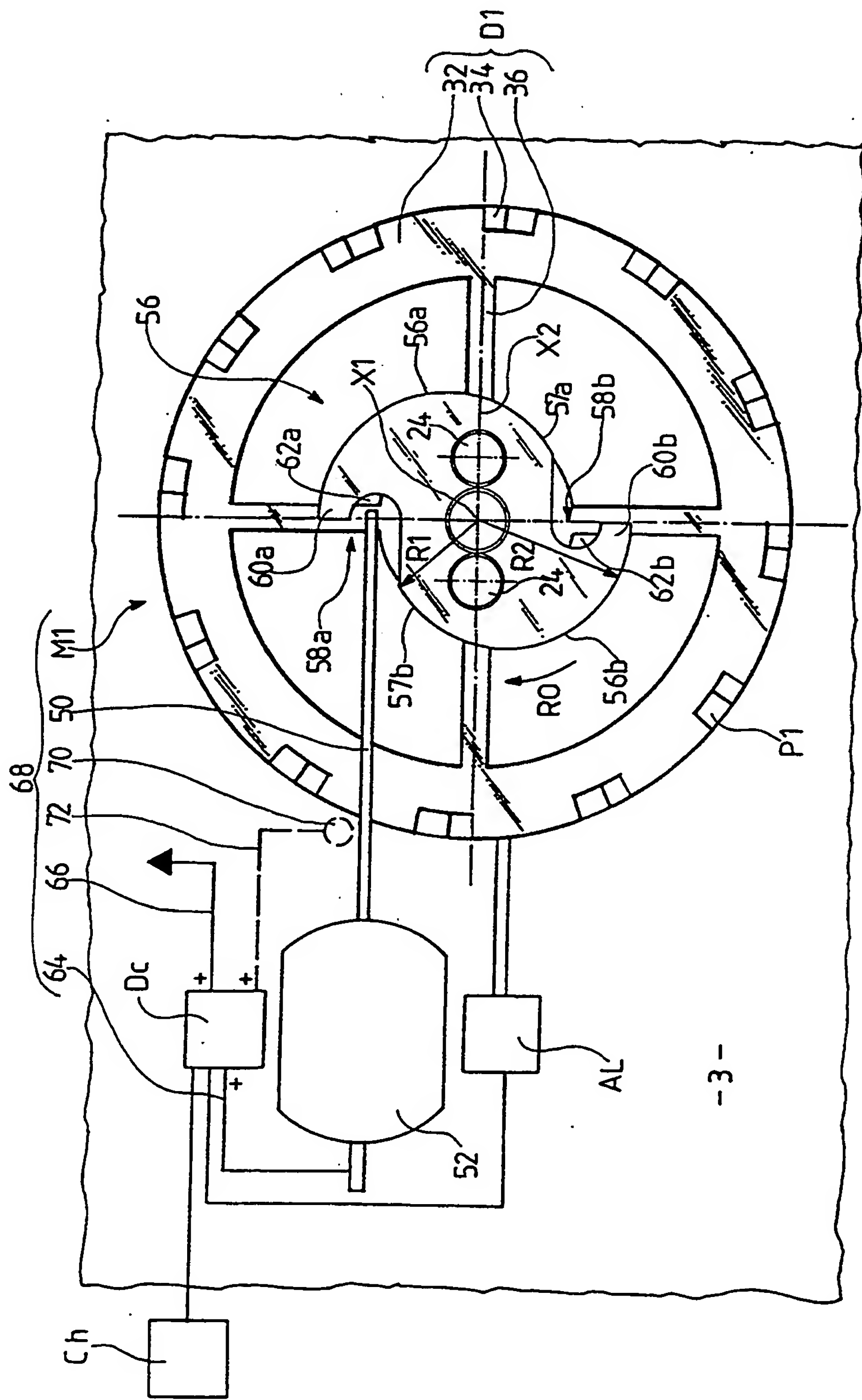


Fig. 3

Fig. 4

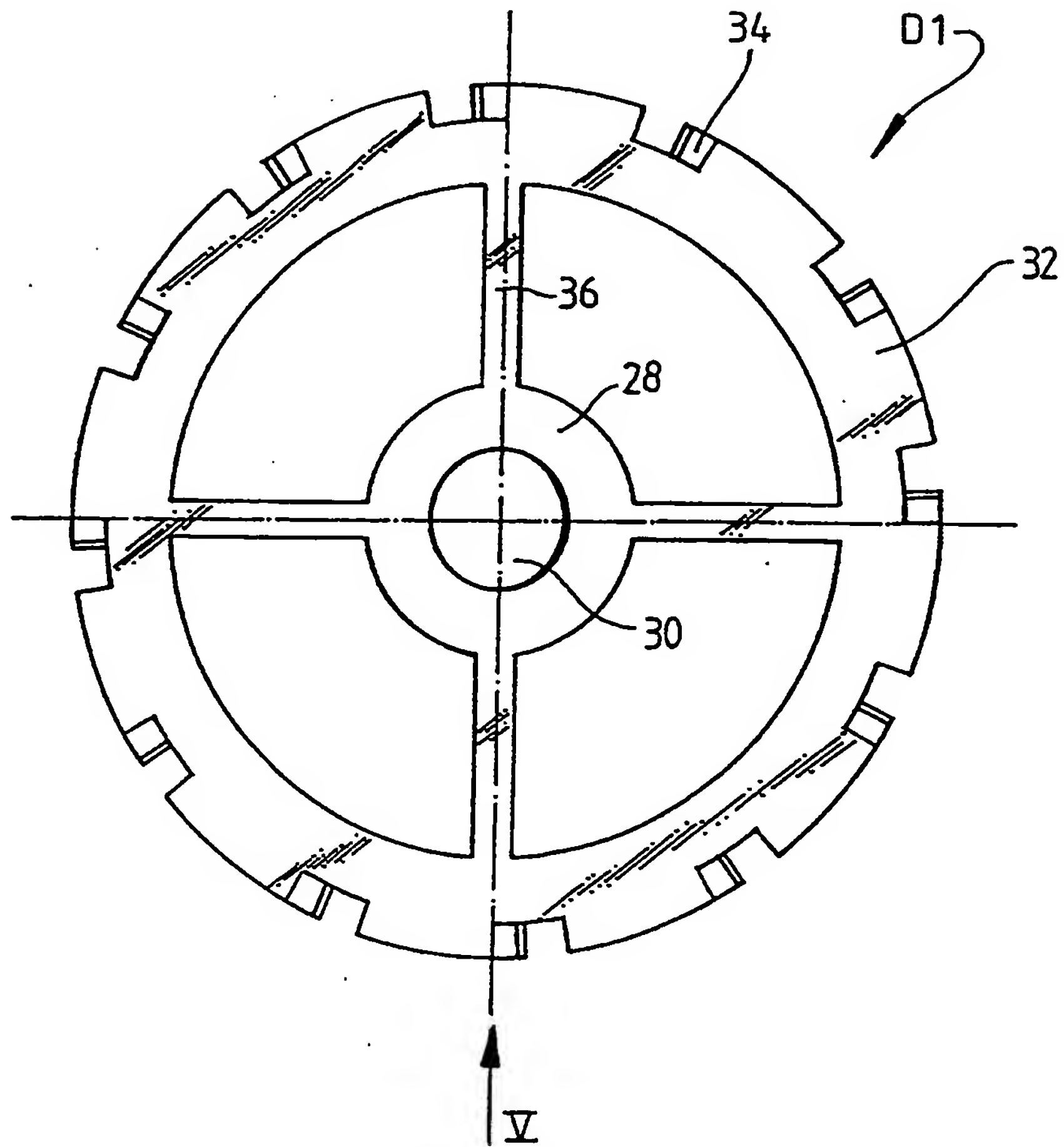
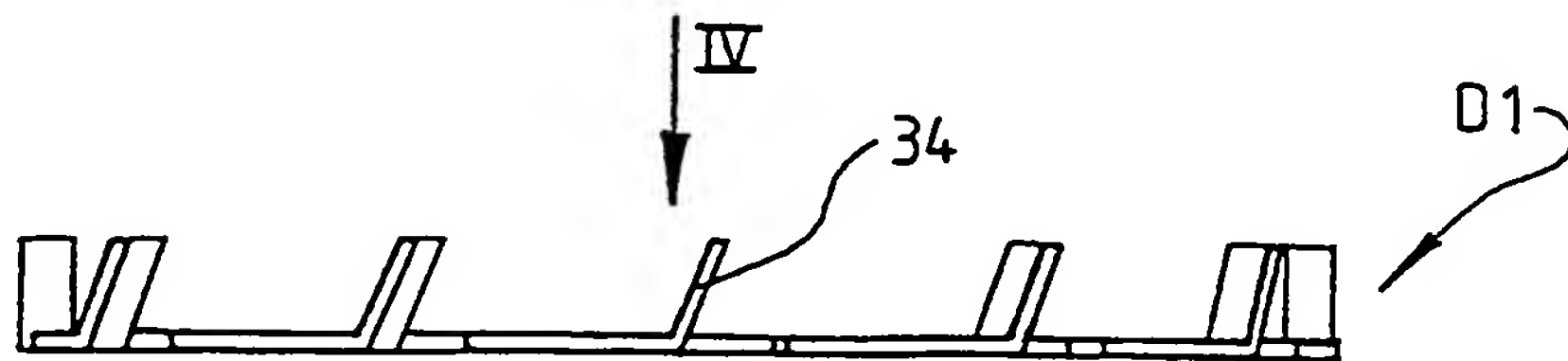


Fig. 5



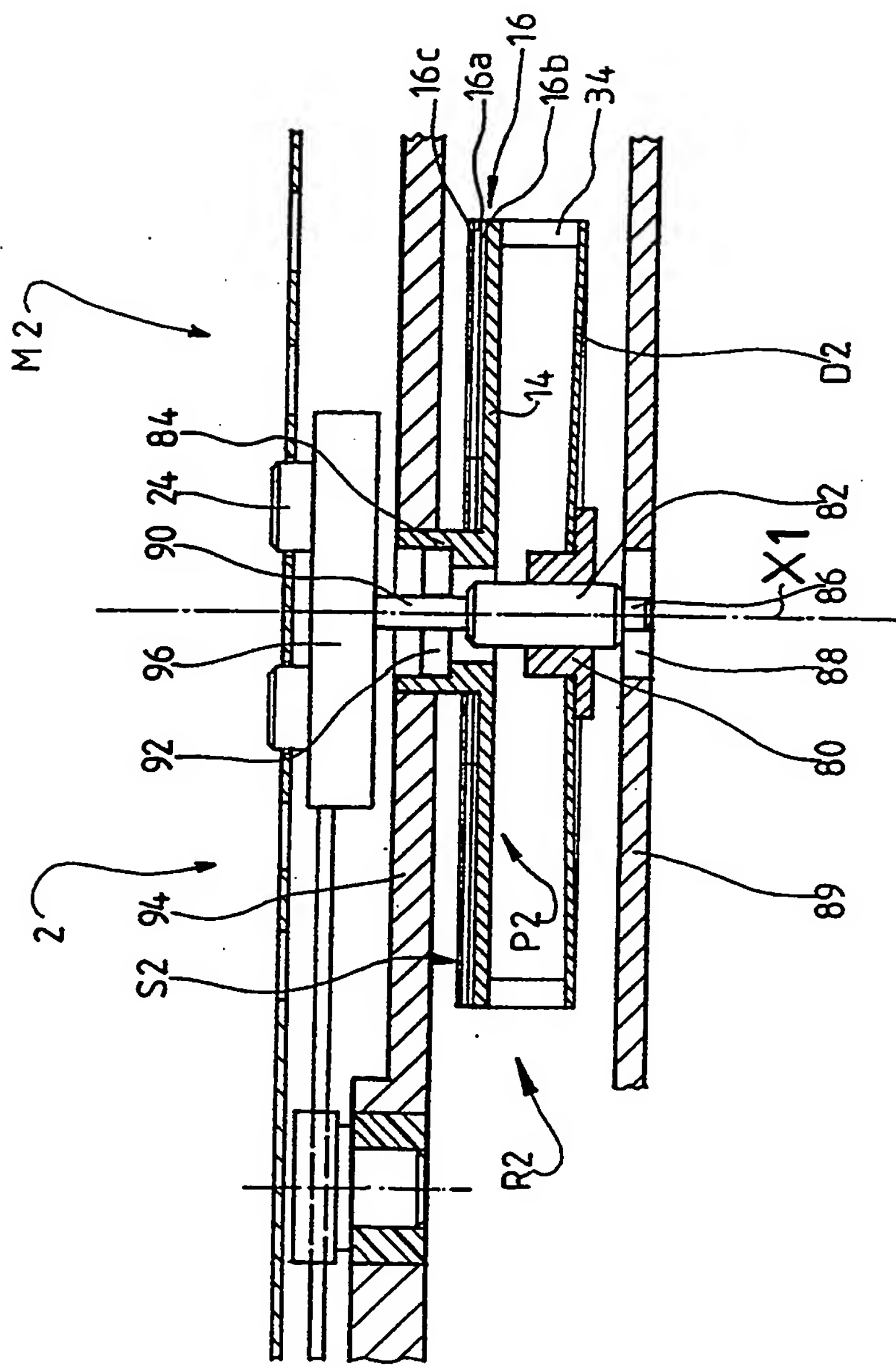


Fig. 6



Fig. 7

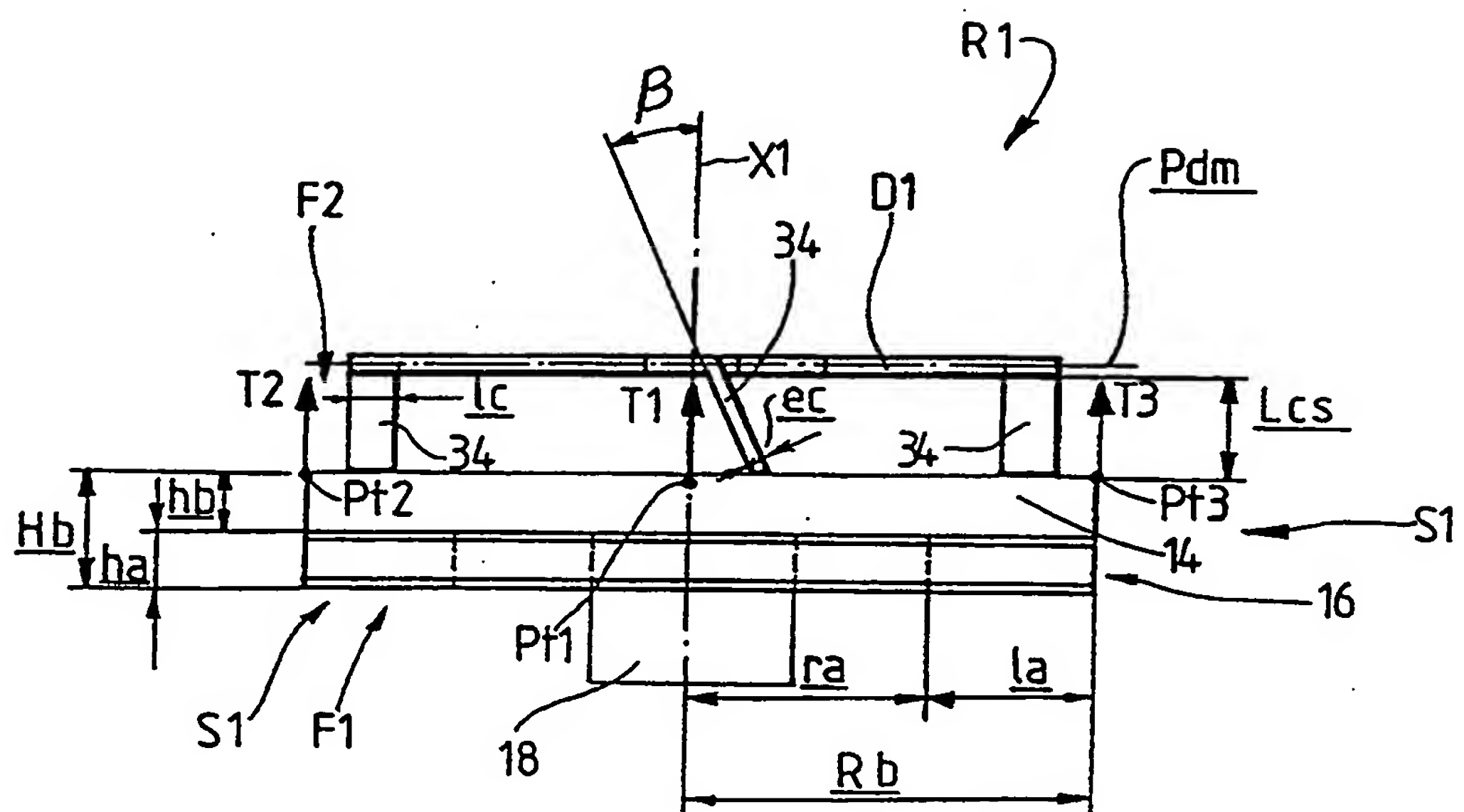


Fig. 8

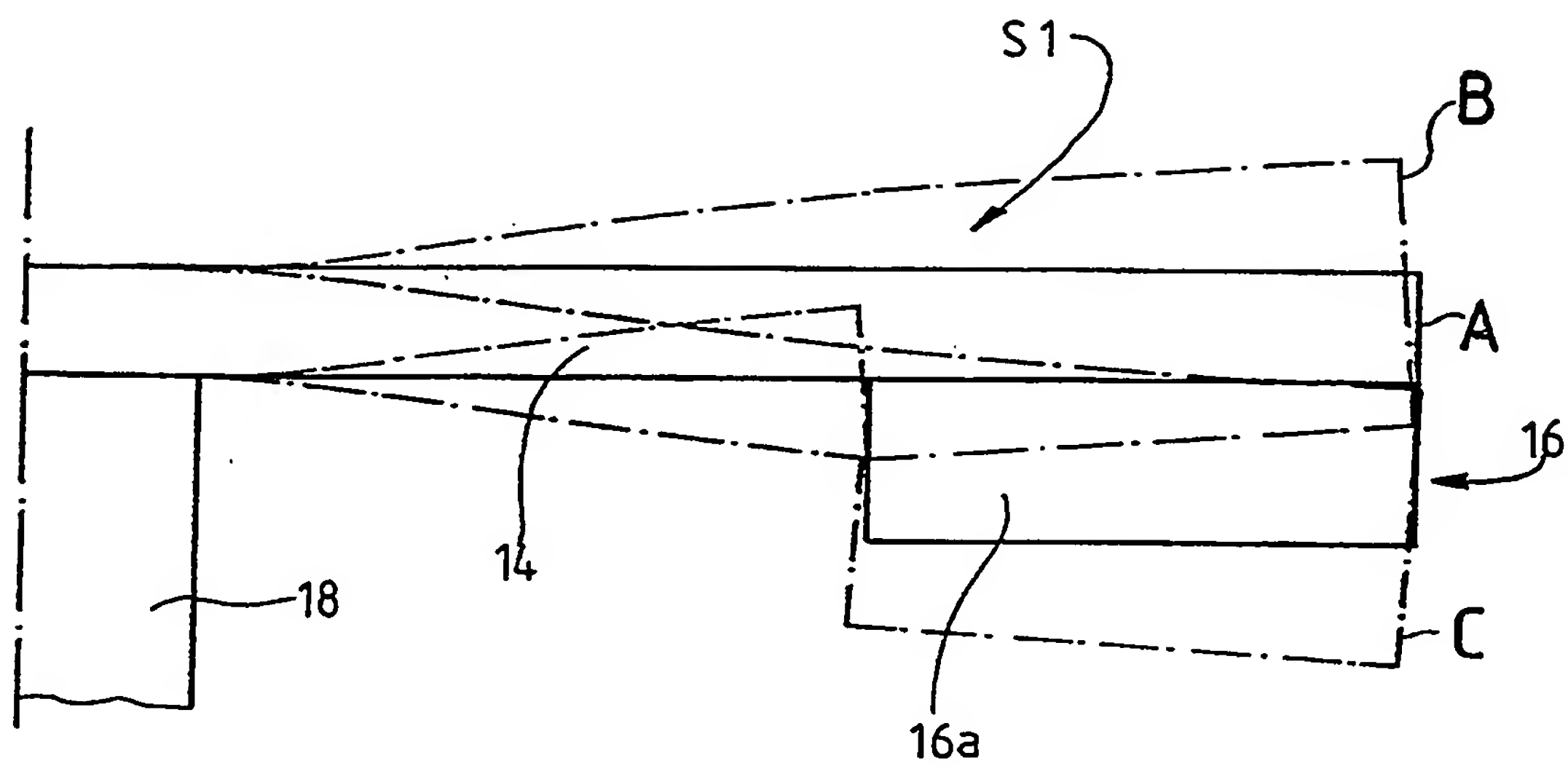


Fig. 9

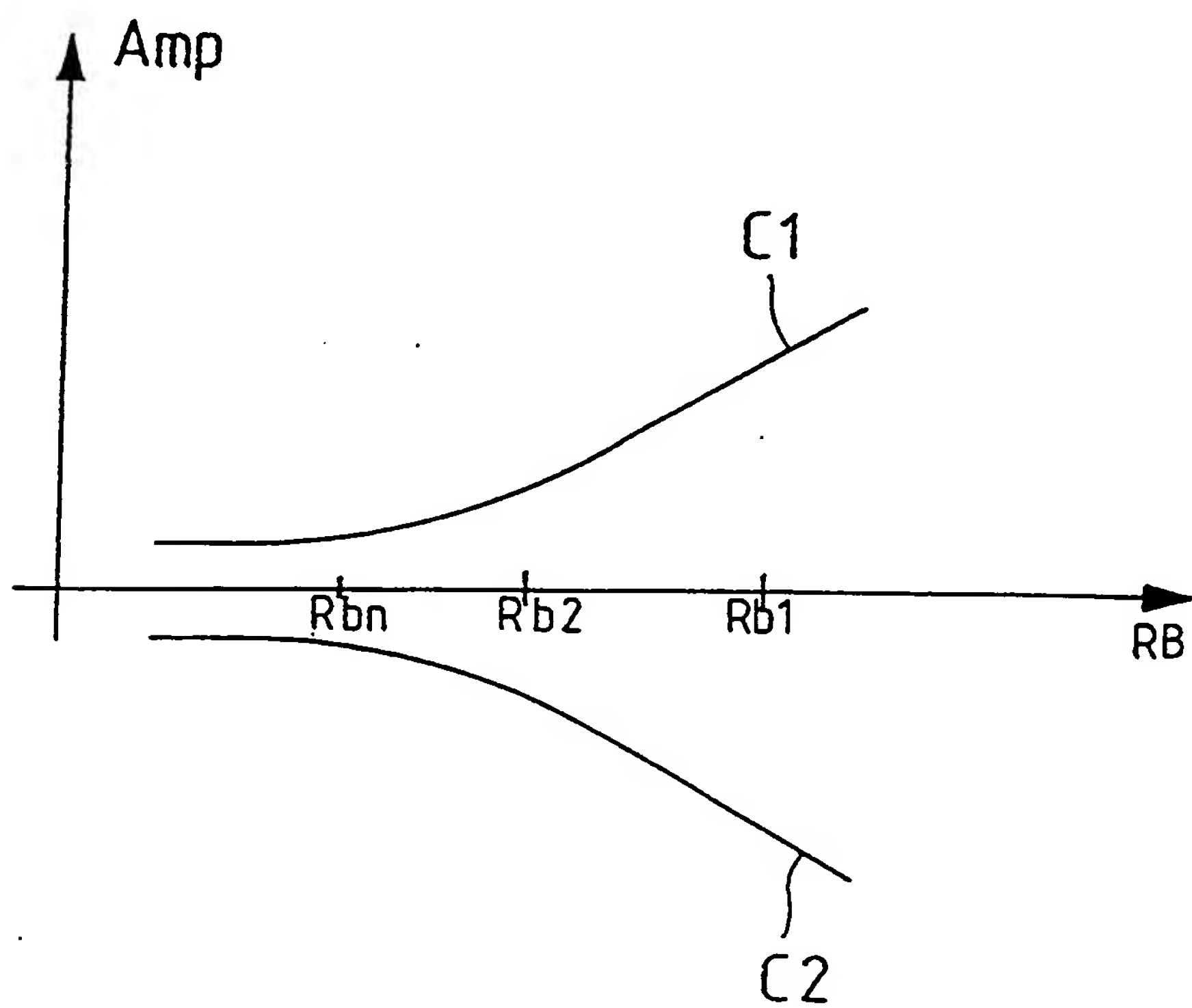


Fig. 10

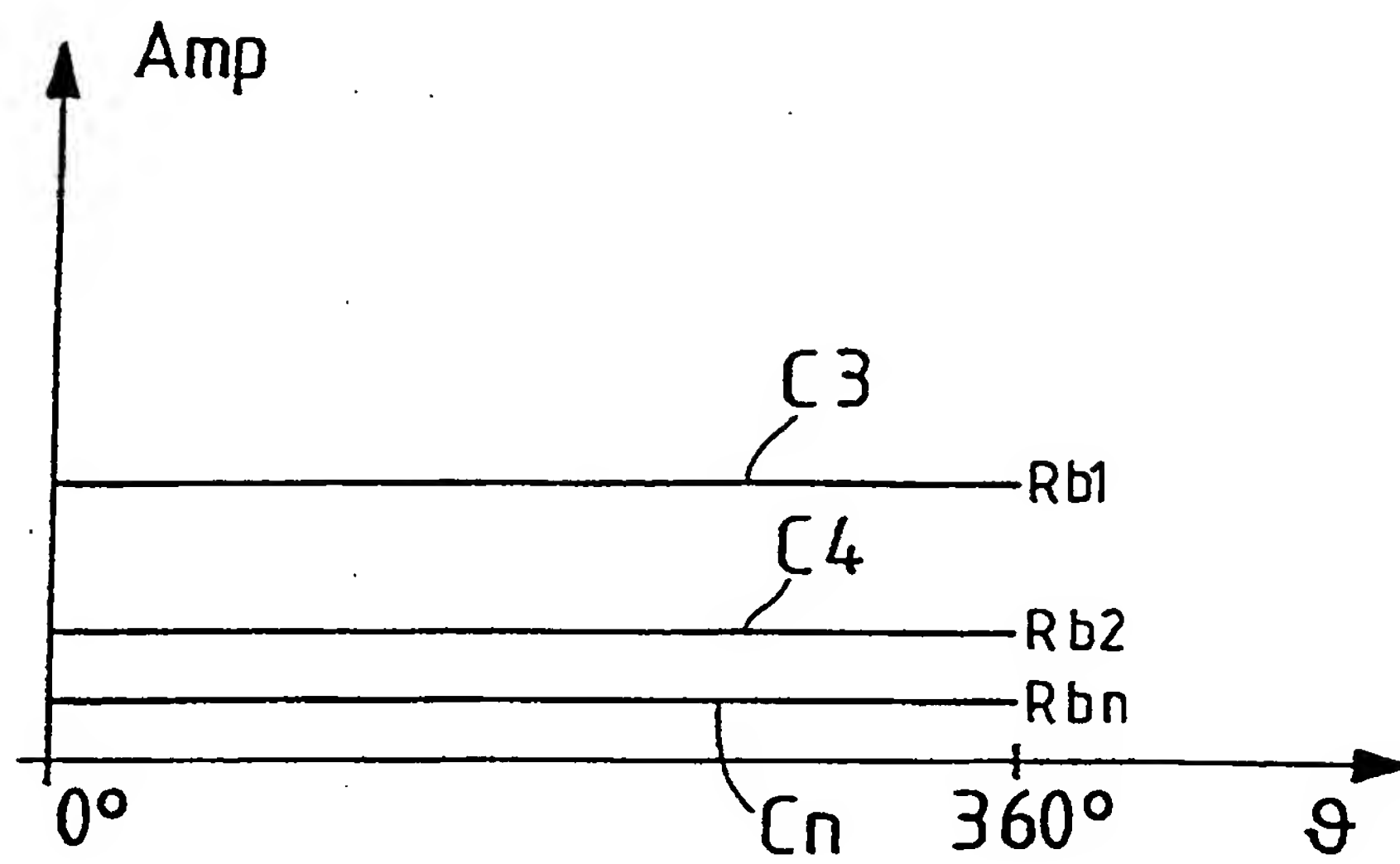


Fig. 11

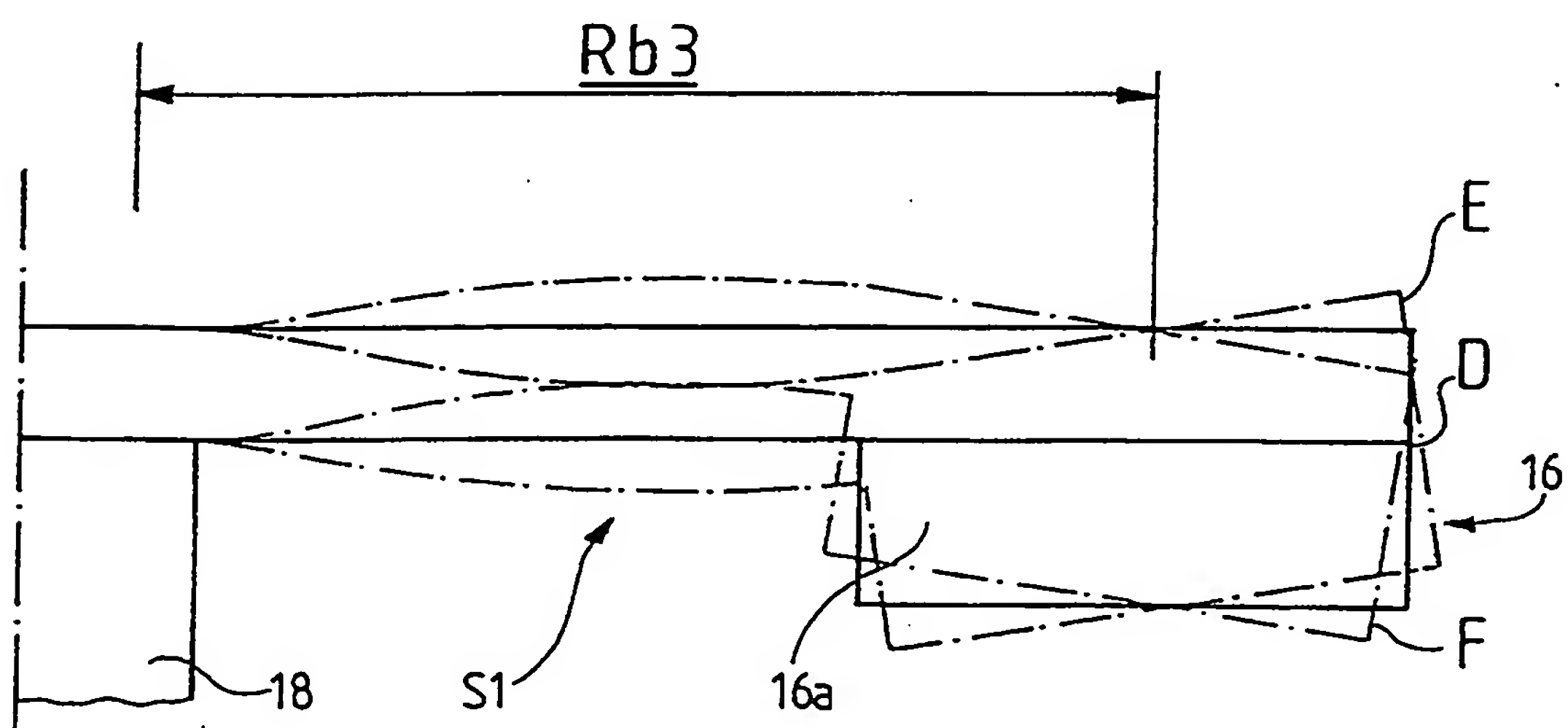


Fig.12

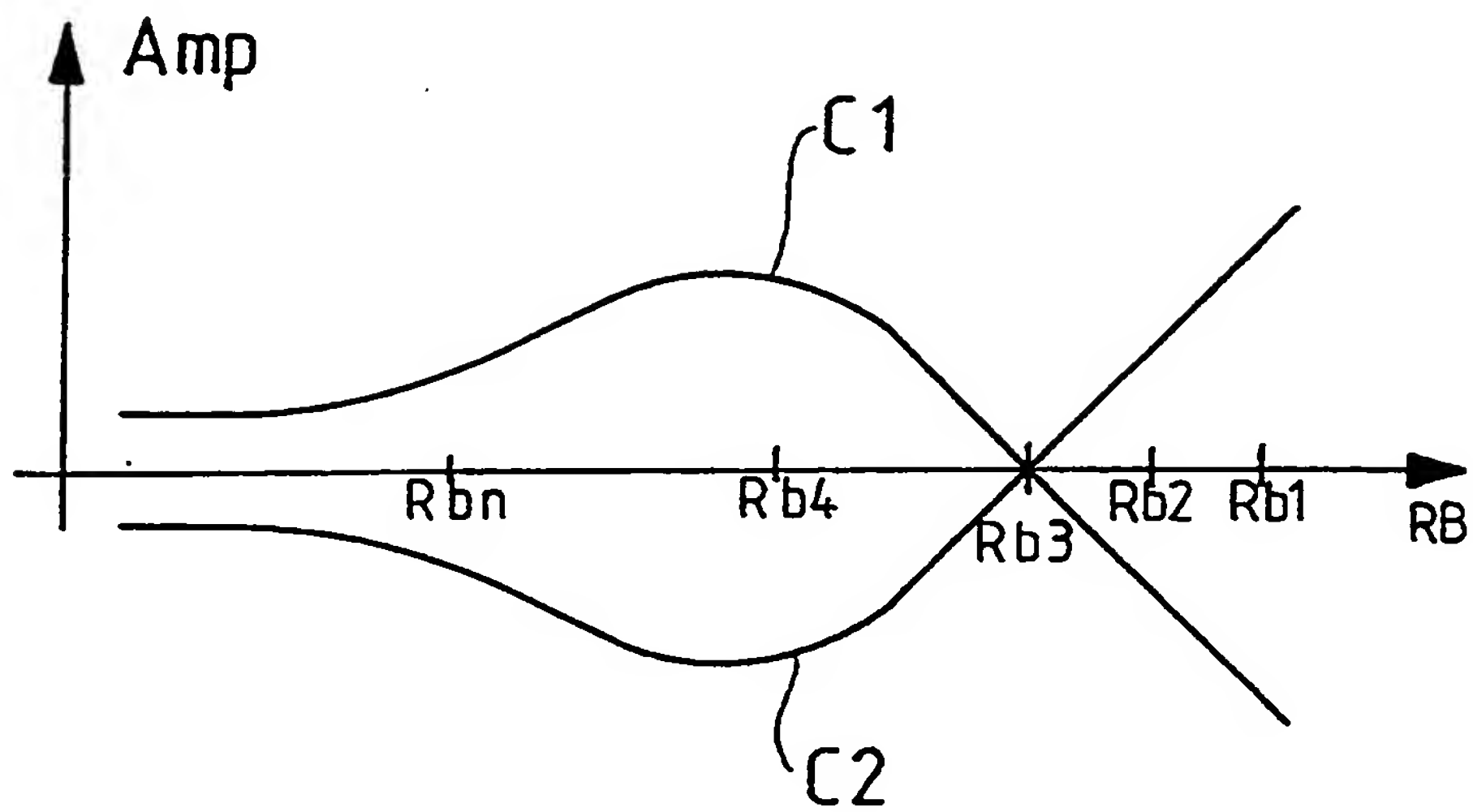
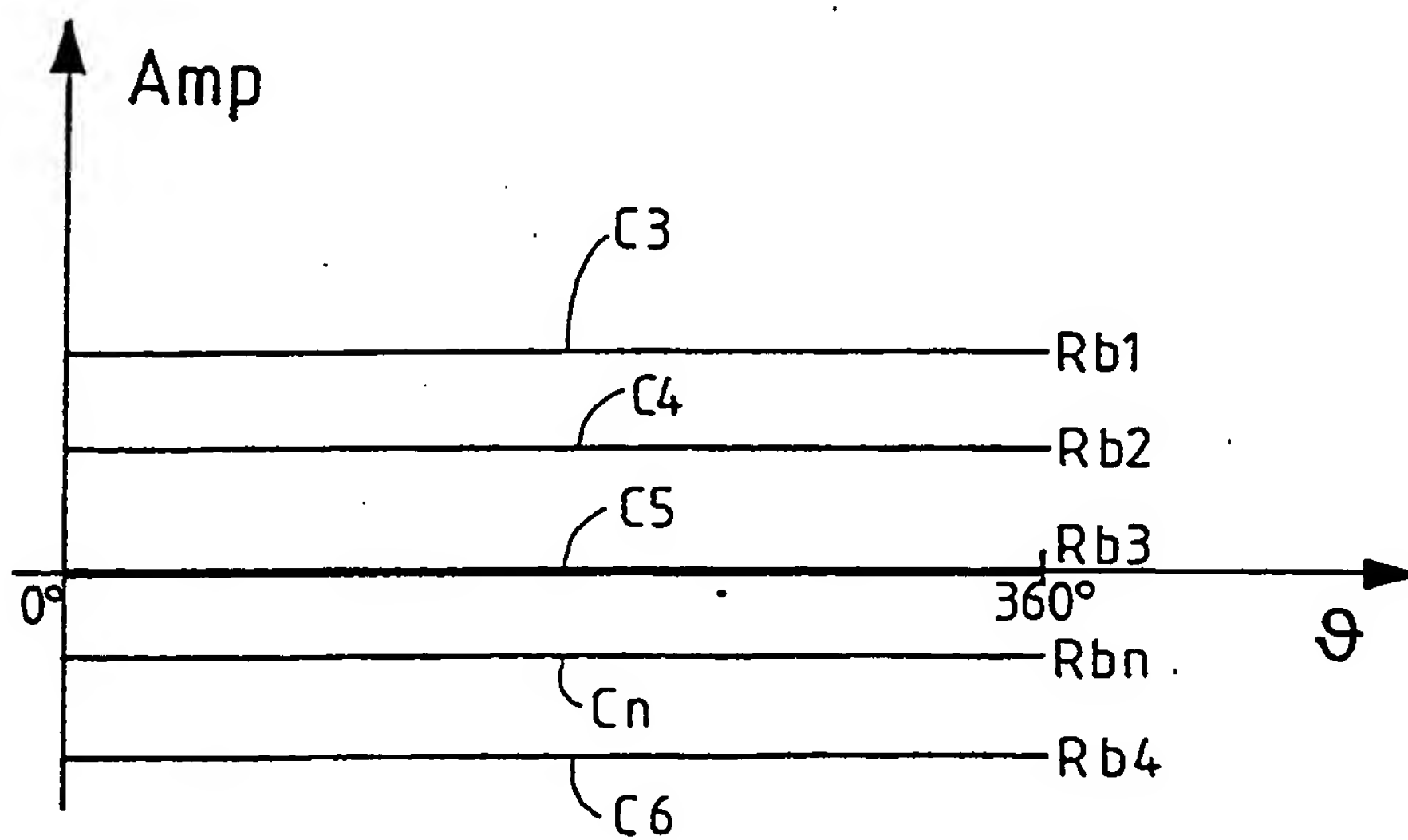


Fig.13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**